



RG141536 - Tugas Akhir

EVALUASI PERUBAHAN LUASAN TERUMBU KARANG PADA KAWASAN PULAU MENJANGAN (STUDI KASUS: PULAU MENJANGAN, BALI)

Alhadir Lingga
NRP 3511 100 051

JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016

“ Halaman ini sengaja dikosongkan “



RG141536 - Tugas Akhir

EVALUATION OF CHANGES IN THE AREA OF CORAL REEFS IN MENJANGAN ISLAND

(CASE STUDY: MENJANGAN ISLAND, BALI)

Alhadir Lingga
NRP 3511 100 051

GEOMATICS ENGINEERING DEPARTMENT
CIVIL ENGINEERING AND PLANNING FACULTY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2016

“ Halaman ini sengaja dikosongkan “

EVALUASI PERUBAHAN LUASAN TERUMBU KARANG PADA KAWASAN PULAU MENJANGAN

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik
pada

Jurusan S-1 Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

ALHADIR LINGGA
NRP. 3511 100 051

Dibimbing Oleh Pembimbing Tugas Akhir



Jr. Ir. Teguh Hariyanto, Msc
NIP. 19590819 198502 1 001

SURABAYA, JANUARI 2016



EVALUASI PERUBAHAN LUASAN TERUMBU KARANG PADA KAWASAN PULAU MENJANGAN

(Studi Kasus: Pulau Menjangan, Bali)

Nama : Alhadir Lingga
NRP : 3511 100 051
Jurusan : Geomatika FTSP-ITS
Dosen Pembimbing : Dr.Ing. Ir. Teguh Hariyanto, Msc.

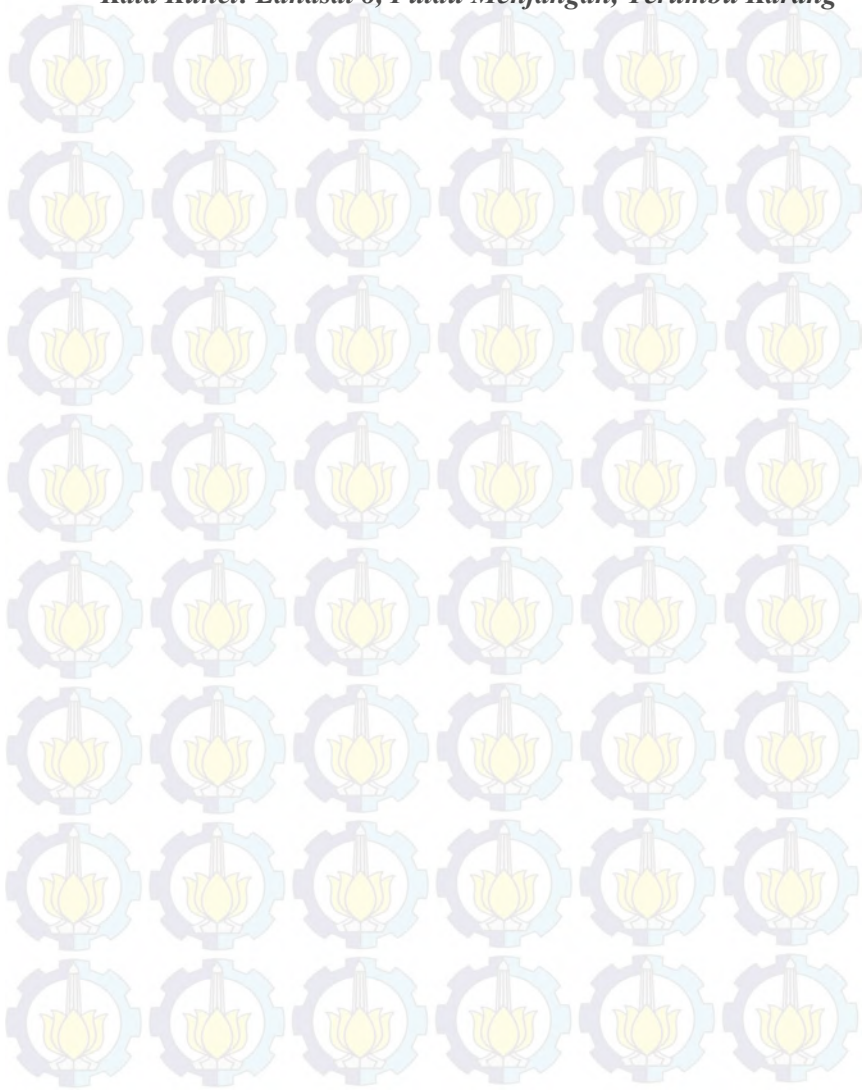
Abstrak

Pulau Menjangan merupakan sebuah pulau kecil yang terletak pada Barat Laut pulau Bali dan masuk dalam kawasan Taman Nasional Bali Barat (TNBB) yang sangat berpotensi untuk menjadi tempat lokasi wisata air berupa diving maupun snorkeling dikarenakan keanekaragaman flora dan fauna laut di pulau tersebut. Telah terjadi penurunan luasan terumbu karang sebanyak 2,02 hektar pada tahun 2007-2009.

Pemetaan sebaran terumbu karang dilakukan dengan menggunakan metode penginderaan jauh. Citra satelit yang digunakan adalah Landsat 8 dengan menggunakan algoritma Lyzenga. Kanal yang digunakan yaitu kanal biru dan hijau dikarenakan kedua kanal tersebut memiliki nilai spektral tertinggi. Koreksi penghilangan efek kedalaman air digunakan untuk pemrosesan data. Klasifikasi tak terbimbing dilakukan untuk penentuan obyek dalam citra yang sepenuhnya diberikan kuasa pada perangkat lunak.

Hasil klasifikasi menunjukkan adanya penurunan luasan terumbu karang sebesar 1,8 hektar pada tahun 2013-2015.

Kata Kunci: Landsat 8, Pulau Menjangan, Terumbu Karang



EVALUATION OF CHANGES IN THE AREA OF CORAL REEFS IN MENJANGAN ISLAND

(A Case Study: Menjangan Island, Bali)

Name : Alhadir Lingga
NRP : 3511 100 051
Department : Geomatics Department
FTSP-ITS
Adviser : Dr.Ing. Ir. Teguh Hariyanto, Msc.

Abstract

Menjangan island is a small island that located in Northwest of Bali province, which is inside the area of Taman Nasional Bali Barat (TNBB) and its very potential to become a spot of marine tourism for diving and snorkeling because it has many types of flora and fauna in that island. There has been a drop in the extent of coral reefs as much as 2.02 hectare in 2007-2009.

Mapping of coral reefs distribution is done by using remote sensing method. Using Landsat 8 satellite's images with Lyzenga algorithm. Landsat 8 Satellite imagery was used with the processing performed on the blue bands and green bands because both of those bands have the highest spectral value. Correction of the effect of water depth elimination is used for data processing. Unsupervised classification is done for object determination in satellite's images is fully process by software.

Classification result showed that there was decrease of coral reefs as 1.8 hectare in 2013-2015.

Keywords: *Landsat 8, Coral Reefs, Menjangan Island*



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT sehingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul:

“EVALUASI PERUBAHAN LUASAN TERUMBU KARANG PADA KAWASAN PULAU MENJANGAN”

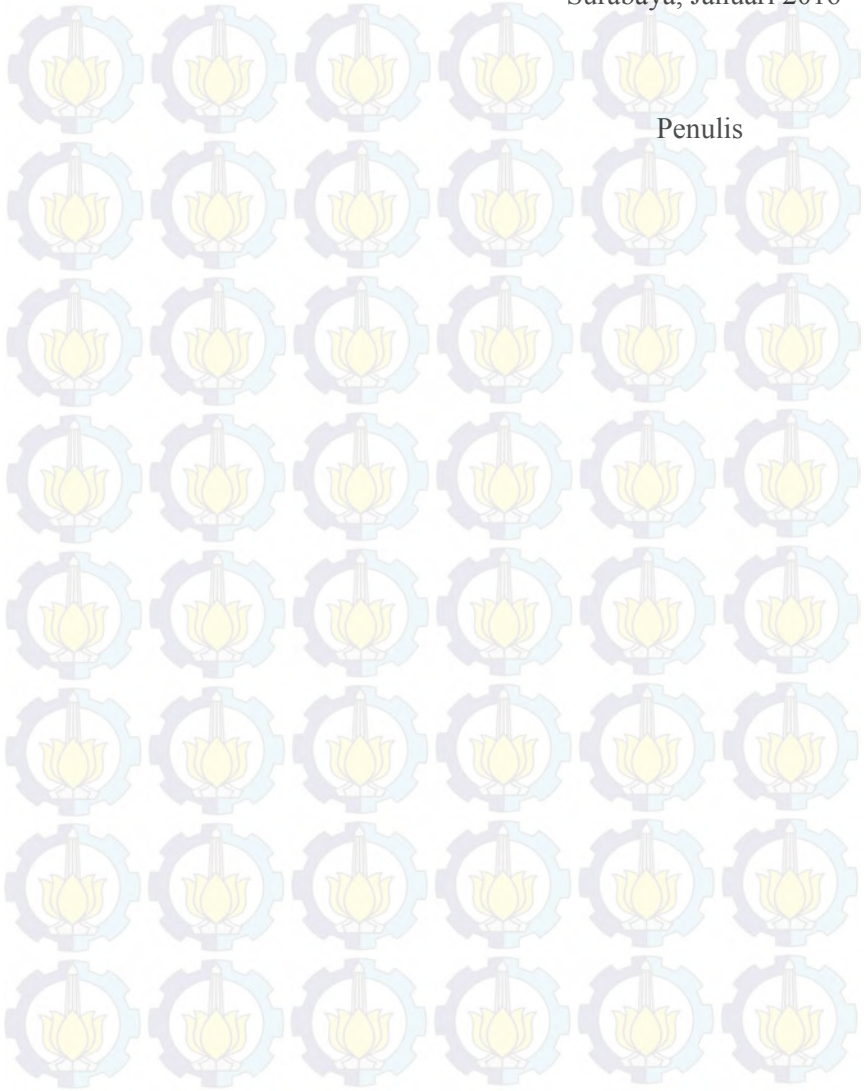
Dengan segala ucapan terima kasih kami sampaikan kepada:

1. Keluarga tercinta, atas segala doa dan dukungan yang telah diberikan.
2. M. Nurcahyadi ST., Msc., Ph.D. selaku ketua jurusan Teknik Geomatika.
3. Dr.Ing. Ir. Teguh Hariyanto, Msc selaku dosen pembimbing.
4. LM. Jaelani, ST., Msc., Ph.D atas segala saran yang diberikan.
5. Akbar Kurniawan, ST., MT. atas segala saran yang diberikan.
6. Teman, sahabat, serta saudara yang mendukung sepenuhnya akan tugas akhir ini.

Penulis menyadari banyaknya ketidak sempurnaan dalam penulisan tugas akhir ini. Kritik dan saran yang membangun sangat terbuka sekali untuk penulis. Diharapkan bahwa tugas akhir ini dapat berguna dan bermanfaat bagi para pembaca. Sekian dan terima kasih.

Surabaya, Januari 2016

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	2
1.5 Manfaat.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penginderaan Jauh.....	5
2.1.1 Pengertian.....	5
2.1.2 Interpretasi Citra.....	5
2.1.3 Klasifikasi Citra.....	7
2.1.4 Perbaikan Citra.....	7
2.2 Citra Landsat.....	9
2.2.1 Pengolahan Citra.....	11
2.3 Algoritma Lyzenga.....	15
2.4 Terumbu Karang.....	19
2.4.1 Pengertian.....	19
2.4.2 Karakteristik.....	20
2.4.3 Fungsi dan Manfaat.....	22
2.4.4 Faktor Pembatas.....	23
2.5 Penelitian Terdahulu.....	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	27
3.1 Lokasi Penelitian.....	27
3.2 Data dan Peralatan.....	27
3.2.1 Data.....	27

3.2.2 Peralatan.....	28
3.3 Metodologi Penelitian.....	28
3.3.1 Tahap Penelitian	28
3.3.2 Tahap Pengolahan Data	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1 Citra Landsat	35
4.2 Kalibrasi Radiometrik dan Koreksi Atmosfer.....	36
4.2.1 Kalibrasi Radiometrik.....	36
4.2.2 Koreksi Atmosfer.....	39
4.3 Algoritma Lyzenga	43
4.4 Klasifikasi Citra	45
4.4.1 <i>Masking</i>	45
4.4.2 Klasifikasi	46
4.4.3 Hasil dan Analisa	47
BAB V PENUTUP.....	49
5.1 Kesimpulan.....	49
5.1 Saran	49
DAFTAR PUSTAKA.....	
LAMPIRAN.....	
BIOGRAFI.....	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Contoh Tampilan Citra Landsat 5 dan 7	11
Gambar 3.1	Letak Pulau Menjangan.....	27
Gambar 3.2	Diagram Alir Tahap Penelitian	29
Gambar 3.3	Diagram Alir Tahap Pengolahan Data	32
Gambar 4.1	Tampilan Citra Landsat 8 Pulau Menjangan Tahun 2015	35
Gambar 4.2	Tampilan Citra Landsat 8 Pulau Menjangan Tahun 2014.....	36
Gambar 4.3	Tampilan Citra Landsat 8 Pulau Menjangan Tahun 2013.....	36
Gambar 4.4	Histogram Kanal Biru Tahun 2015	38
Gambar 4.5	Histogram Kanal Hijau Tahun 2015.....	38
Gambar 4.6	Histogram Kanal Merah Tahun 2015	39
Gambar 4.7	Parameter 6s	40
Gambar 4.8	Sebaran Titik BoA Reflektan.....	42
Gambar 4.9	Rentang Nilai Spektral BoA Reflektan.....	42
Gambar 4.10	Pengambilan <i>Training</i> Sampel Area.....	44
Gambar 4.11	Pengolahan Citra Hasil Lyzenga	45
Gambar 4.12	Hasil <i>Masking</i>	45
Gambar 4.13	Hasil Klasifikasi Citra Tahun 2015	46
Gambar 4.14	Hasil Klasifikasi Citra Tahun 2014	46
Gambar 4.15	Hasil Klasifikasi Citra Tahun 2013	47



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tabel Karakteristik Landsat.....	11
Tabel 4.1	Nilai Koefisien 6s Citra Landsat Tahun 2015.....	41
Tabel 4.2	Hasil <i>Training</i> Sampel Area	44
Tabel 4.3	Luasan Hasil Klasifikasi	47



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Citra Landsat 8 tahun 2015 dan *metadata*
- Lampiran 2 Citra Landsat 8 tahun 2014 dan *metadata*
- Lampiran 3 Citra Landsat 8 tahun 2013 dan *metadata*
- Lampiran 4 Peta Persebaran Terumbu Karang Pulau Menjangan
Tahun 2015
- Lampiran 5 Peta Persebaran Terumbu Karang Pulau Menjangan
Tahun 2014
- Lampiran 6 Peta Persebaran Terumbu Karang Pulau Menjangan
Tahun 2013



BAB I

PENDAHULUAN

1.1

Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara kepulauan terbesar di dunia yang memiliki gugusan karang yang cukup besar dan tersebar hampir di seluruh pulau di Indonesia. Terumbu karang adalah sekumpulan hewan karang yang bersimbiosis dengan sejenis tumbuhan alga yang disebut dengan *zooxanthellae*.

Terumbu karang merupakan ekosistem laut dangkal tropis yang paling kompleks dan produktif. Terumbu karang juga merupakan ekosistem yang rentan terhadap perubahan lingkungan, namun tekanan yang dialaminya semakin meningkat seiring dengan penambahan jumlah penduduk dan aktifitas masyarakat di wilayah pesisir.

Pulau Menjangan adalah sebuah pulau kecil yang terletak 10km lepas Barat Laut Bali dan masuk dalam Taman Nasional Bali Barat (TNBB), berbatasan antara Jembrana dan Buleleng. Pulau Menjangan merupakan pulau yang tak berpenghuni dikarenakan pulau tersebut dijadikan tempat konservasi hewan Menjangan atau yang disebut kijing.

Pulau Menjangan sangat berpotensi untuk menjadi tempat lokasi wisata air *diving* atau *snorkeling* dikarenakan terdapat beraneka ragam jenis flora dan fauna laut dan menjadi salah satu *spot* terbaik menurut *News Discovery* (Davies, 2011). Karena pulau Menjangan sudah dikenal sebagai lokasi penyelaman, maka tingkah laku manusia yang mengunjungi pulau tersebut akan berdampak pada ekosistem lautnya. Telah terjadi perubahan luasan terumbu karang di pulau

Menjangan dari 51,06 hektar pada tahun 2007 menjadi 49,04 hektar pada tahun 2009.

Untuk itu dilakukan penelitian perubahan terumbu karang pada tahun 2013, 2014, dan 2015 dengan menggunakan citra satelit Landsat di wilayah pulau Menjangan dengan metode Penginderaan Jauh yang menggunakan algoritma Lyzenga untuk penentuan terumbu karang yang nantinya akan dianalisa hasil dari perubahan tersebut dan diharapkan dapat membantu dalam pengambilan kebijakan pengelolaan pemerintah setempat agar kelestariannya dapat terjaga.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang muncul pada penelitian ini yaitu melakukan analisa perubahan terumbu karang di pulau Menjangan.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah mengetahui perubahan fisik terumbu karang yang terjadi di pulau Menjangan.

Data yang digunakan yaitu citra Landsat tahun 2013, 2014, dan 2015 di wilayah pulau Menjangan. Metode pengolahan data menggunakan algoritma Lyzenga. Evaluasi hasil didapat dari analisa perubahan terumbu karang pada tahun 2013, 2014, dan 2015.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Pengolahan citra Landsat tahun 2013, 2014, dan 2015 di wilayah pulau Menjangan dengan menggunakan algoritma Lyzenga.
2. Pembuatan peta terumbu karang yang berada di pulau Menjangan.

1.5

Manfaat

Manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui luasan terumbu karang pada tahun 2013, 2014, dan 2015 di wilayah pulau Menjangan.
2. Mengetahui perubahan terumbu karang untuk menghimbau agar tetap menjaga kelestarian terumbu karang di pulau Menjangan.
3. Memberikan informasi kepada pemerintah setempat agar menentukan kebijakan pengelolaan ekosistem demi terjaganya kelestarian terumbu karang pada pulau Menjangan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penginderaan Jauh

2.1.1 Pengertian

Penginderaan Jauh berasal dari kata *Remote Sensing* memiliki pengertian bahwa Penginderaan Jauh merupakan suatu ilmu dan seni untuk memperoleh data dan informasi dari suatu obyek dipermukaan Bumi dengan menggunakan alat yang tidak berhubungan langsung dengan obyek yang dikajinya (*Lillesand and Kiefer, 1979*). Jadi penginderaan jauh merupakan ilmu dan seni untuk mengindra/menganalisis permukaan bumi dari jarak yang jauh, dimana perekaman dilakukan di udara atau di angkasa dengan menggunakan alat (*sensor*) dan wahana.

Alat yang dimaksud adalah alat perekam yang tidak berhubungan langsung dengan obyek yang dikajinya yaitu; alat tersebut pada waktu perekaman tidak ada di permukaan bumi, tetapi di udara atau di angkasa. Karena itu dalam perekaman tersebut menggunakan wahana (*platform*) seperti satelit, pesawat udara, balon udara dan sebagainya. Sedangkan data yang merupakan hasil perekaman alat (*sensor*) masih merupakan data mentah yang perlu dianalisis. Untuk menjadi suatu informasi tentang permukaan Bumi yang berguna bagi berbagai kepentingan bidang ilmu yang berkaitan perlu dianalisis dengan cara interpretasi.

2.1.2 Interpretasi Citra

Data yang diperoleh melalui rekaman tenaga elektromagnetik yang dipantulkan atau

dipancarkan obyek berdasarkan sistem penginderaan jauh, maka hasilnya disebut dengan data penginderaan jauh. Data penginderaan jauh tersebut berupa data visual(citra) dan data citra(numerik). Data tersebut belum memberikan arti dan manfaat, meskipun data yang diperoleh akurat, datanya mutakhir, karena itu agar data tersebut mempunyai arti yang penting dan bermanfaat bagi bidang lain maupun pengguna data perlu adanya teknik analisis data penginderaan jauh. Analisis citra dalam penginderaan jauh merupakan langkah-langkah untuk interpretasi citra merupakan suatu perbuatan untuk mengkaji gambaran obyek yang direkam. Esyang berbeda dengan Simonett (1975) dan Sutanto (1986) mengemukakan bahwa interpretasi citra merupakan suatu perbuatan untuk mengkaji foto maupun citra non foto dengan maksud untuk mengidentifikasi obyek dan menilai arti pentingnya obyek yang tergambar pada citra tersebut.

Dalam interpretasi, maka interpreter atau penafsiran citra melakukan beberapa penalaran dengan tahapan (1) deteksi, (2) identifikasi, (3) klasifikasi dan (4) menilai arti pentingnya suatu obyek yang tergambar pada citra. Proses penalaran ini harus bersifat obyektif, kewajaran, rasionalisasi, karena obyek yang ada di permukaan bumi mempunyai sifat dan karakteristik yang berbeda. Sifat dan karakteristik yang ada di permukaan bumi yang tergambar pada citra memiliki bentukan yang sama, sedangkan ukuran obyek yang tergambar yang berbeda.

2.1.3 Klasifikasi Citra

Klasifikasi citra merupakan proses yang berusaha mengelompokkan seluruh pixel pada suatu citra ke dalam sejumlah kelas, sedemikian hingga tiap kelas merepresentasikan suatu entitas dengan properti yang spesifik (Chein-I Chang dan H. Ren, 2000 *dalam* Arifin, 2001). Tujuan dari proses klasifikasi citra adalah untuk mendapatkan gambar atau peta tematik. Gambar tematik adalah suatu gambar yang terdiri dari bagian-bagian yang menyatakan suatu obyek atau tema tertentu.

Klasifikasi citra menurut Lillesand dan Kiefer (1990) *dalam* Imron (2013) dibagi ke dalam dua klasifikasi yaitu klasifikasi terbimbing (*supervised classification*) dan klasifikasi tidak terbimbing (*unsupervised classification*). Pemilihannya bergantung pada ketersediaan data awal citra itu.

2.1.4 Perbaikan Citra

Data mentah perlu diolah untuk mengembalikan data obyek permukaan bumi seperti keadaan sebenarnya serta dapat dibaca. Data mentah perlu dikoreksi terhadap gangguan-gangguan yang terjadi saat perekaman.

a. Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik adalah untuk mereduksi terjadinya distorsi geometrik pada citra. Hal tersebut dilakukan dengan cara mencari hubungan antara sistem koordinat citra dengan sistem koordinat geografis (sistem koordinat tanah) menggunakan *Ground Control Point* (GCP).

Tujuan koreksi geometrik yaitu:

- Melakukan rektifikasi (perbaikan) dan restorasi (pemulihan) citra agar koordinat citra sesuai dengan koordinat geografi.
- Registrasi (mencocokkan) posisi citra dengan citra lain atau mentransformasikan sistem koordinat citra multispektral atau multitemporal.
- Registrasi citra ke peta atau transformasi sistem koordinat citra ke peta, yang menghasilkan citra dengan sistem proyeksi tertentu.

Penyebab kesalahan geometrik antara lain:

- Distorsi sistematis antara lain disebabkan distorsi panoramik, kecepatan platform, rotasi bumi dan perspektif.
- Distorsi nonsistematis biasanya disebabkan karena ketinggian dan posisi satelit yang berubah-ubah pada saat merekam permukaan bumi (Jensen, 1986 dalam Adry, 2009).

b. Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik adalah koreksi yang diberikan pada sebuah citra/ image akibat adanya kesalahan kondisi atmosfer, kesalahan karena sistem optik, kesalahan sudut elevasi matahari. Koreksi radiometrik biasanya dilakukan oleh instansi pembuat citra, seperti LAPAN. Kesalahan atau cacat radiometrik yaitu kesalahan yang berupa pergeseran nilai atau derajat keabuan elemen gambar (*pixel*) pada citra agar mendekati harga yang seharusnya.

Penyebab kesalahan radiometrik antara lain:

- Kesalahan pada sistem optik. Kesalahan ini dapat disebabkan oleh bagian optik pembentuk citra buram dan perubahan kekuatan sinyal.

- Kesalahan karena gangguan energi radiasi elektromagnetik pada atmosfer yang disebabkan oleh pengaruh hamburan dan serapan, tanggapan (*response*) amplitudo yang tidak linier, dan terjadinya bising (*noise*) pada waktu transmisi data.

2.2 Citra Landsat

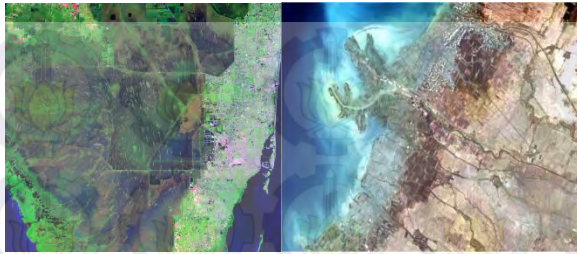
Teknologi penginderaan jauh satelit dipelopori oleh NASA Amerika Serikat dengan diluncurkannya satelit sumberdaya alam yang pertama, yang disebut ERTS-1 (*Earth Resources Technology Satellite*) pada tanggal 23 Juli 1972, menyusul ERTS-2 pada tahun 1975, satelit ini membawa sensor RBV (*Retore Beam Vidcin*) dan MSS (*Multi Spectral Scanner*) yang mempunyai resolusi spasial 80 x 80 m. Satelit ERTS-1, ERTS-2 yang kemudian setelah diluncurkan berganti nama menjadi Landsat 1, Landsat 2, diteruskan dengan seriseri berikutnya, yaitu Landsat 3, 4, 5, 6,7 dan terakhir adalah Landsat 8 yang diorbitkan tanggal 11 Februari 2013, NASA melakukan peluncuran satelit *Landsat Data Continuity Mission* (LDCM). Satelit ini mulai menyediakan produk citra open access sejak tanggal 30 Mei 2013, menandai perkembangan baru dunia antariksa. NASA lalu menyerahkan satelit LDCM kepada USGS sebagai pengguna data terhitung 30 Mei tersebut. Satelit ini kemudian lebih dikenal sebagai Landsat 8. Pengelolaan arsip data citra masih ditangani oleh *Earth*

Resources Observation and Science (EROS) Center. Landsat 8 hanya memerlukan waktu 99 menit untuk mengorbit bumi dan melakukan liputan pada area yang sama setiap 16 hari sekali. Resolusi temporal ini tidak berbeda dengan landsat versi sebelumnya.

Landsat 5, diluncurkan pada 1 Maret 1984, sekarang ini masih beroperasi pada orbit polar, membawa sensor TM (*Thematic Mapper*), yang mempunyai resolusi spasial 30 x 30 m pada band 1, 2, 3, 4, 5 dan 7. Sensor *Thematic Mapper* mengamati obyek-obyek di permukaan bumi dalam 7 band spektral, yaitu band 1, 2 dan 3 adalah sinar tampak (visible), band 4, 5 dan 7 adalah infra merah dekat, infra merah menengah, dan band 6 adalah infra merah termal yang mempunyai resolusi spasial 120 x 120 m. Luas liputan satuan citra adalah 175 x 185 km pada permukaan bumi. Landsat 5 mempunyai kemampuan untuk meliput daerah yang sama pada permukaan bumi pada setiap 16 hari, pada ketinggian orbit 705 km (Sitanggang, 1999 dalam Ratnasari, 2000).

Sistem Landsat merupakan milik Amerika Serikat yang mempunyai tiga instrument pencitraan, yaitu RBV (*Return Beam Vidicon*), MSS (*Multispectral Scanner*) dan TM (*Thematic Mapper*). (Jaya, 2002).

- a. RBV
Merupakan instrumen semacam televisi yang mengambil citra “*snapshot*” dari permukaan bumi sepanjang track lapangan satelit pada setiap selang waktu tertentu.
- b. MSS
Merupakan suatu alat *scanning* mekanis yang merekamdata dengan cara men-*scanning* permukaan bumi dalam jalur atau baris tertentu.
- c. TM
Merupakan alat *scanning* mekanis yang mempunyai resolusi *spectral*, *spatial* dan *radiometric*.



Gambar 2.1 Contoh Tampilan Citra Landsat 5 dan 7.

Sumber: www.usgs.gov/

Tabel 2.1 Tabel karakteristik Landsat

Sumber: earthexplorer.usgs.gov

Sistem		Landsat-8
Orbit		705 km, 98.2°, <i>sun-synchronous</i> , 10:00 AM <i>crossing</i> , rotasi 16 hari (<i>repeat cycle</i>)
Sensor		ETM+ (<i>Enhanced Thematic Mapper</i>)
Lebar Sapuan		185 km (FOV=15°)
<i>Revisit Time</i>		16 hari
Band-band (µm)	Spektral	0.45 -0.52 (1), 0.52-0.60 (2), 0.63-0.69 (3), 0.76-0.90 (4), 1.55-1.75 (5), 10.4-12.50 (6), 2.08-2.34 (7), 0.5-0.68 (8), 1.36-1.39 (9), 10.6-11.2 (10), 11.5-12.5 (11)
Resolusi Spasial		15 m (PAN), 30 m (band 1-5, 7), 60 m band 6

2.2.1 Pengolahan Citra

a). Koreksi Citra

Sebelum citra satelit siap untuk digunakan, dilakukan proses koreksi citra

untuk mengiliminir kesalahan yang terdapat pada saat perekaman citra. Ada 2 macam koreksi yang biasa dilakukan, yaitu:

i). Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik atau rektifikasi merupakan tahapan agar data citra dapat diproyeksikan sesuai dengan sistem koordinat yang digunakan. Acuan dari koreksi geometrik ini dapat berupa peta dasar ataupun data citra sebelumnya yang telah terkoreksi. Ada beberapa cara untuk melakukan koreksi geometrik, yaitu rektifikasi dan registrasi geometrik, Jensen (1986). Rektifikasi adalah proses dimana citra dibuat planimetrik berdasarkan rujukan pada peta yang mempunyai proyeksi standar, cara ini dikenal dengan rektifikasi citra ke peta (image to map rectification). Cara yang kedua adalah registrasi geometrik citra, yaitu registrasi citra ke citra (image to image registration) dengan menggunakan citra lain pada daerah yang sama yang udah dikoreksi terlebih dahulu. Pada proses ini dibutuhkan beberapa titik kontrol medan Ground Control Point (GCP) yang dapat diidentifikasi pada citra dan peta. Apabila persamaan transformasi koordinat diterapkan pada titik-titik kontrol maka diperoleh residual x dan residual y . Residual adalah penyimpangan posisi titik yang bersangkutan terhadap posisi yang diperoleh melalui transformasi koordinat yang kemudian dinyatakan sebagai nilai *Residual Means Square Error (RMS error)*.

ii). Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik diperlukan atas dua dasar alasan, yaitu untuk memperbaiki kualitas visual citra dan sekaligus memperbaiki nilai-nilai piksel yang atidak sesuai dengan nilai pantulan atau pancaran spektral obyek yang sebenarnya. Koreksi radiometrik yang ditujukan untuk memperbaiki kualitas visual citra berupa pengisian kembali baris yang kosong karena drop out baris maupun masalah kesalahan awal pelarikan (*scanning start*). Koreksi radiometrik perlu dilakukan pada data citra dengan berbagai alasan, antara lain:

- Stripping atau banding seringkali terjadi pada data citra yang diakibatkan oleh ketidakstabilan detector pada satelit. Striping atau banding merupakan fenomena ketidak konsistenan perekaman detektor untuk kanal dan areal perekaman yang sama.
- Line dropout kadang terjadi sebagai akibat dari detektor yang gagal berfungsi dengan tiba-tiba. Jangka waktu kerusakan pada kasus ini biasanya bersifat sementara.
- Efek atmosferik merupakan fenomena yang disebabkan oleh debu, kabut, atau asap seringkali menyebabkan efek bias dan pantul pada detektor, sehingga fenomena yang berada di bawahnya tidak dapat terekam secara normal.

b). Kalibrasi Radiometrik

Kalibrasi radiometrik adalah hal yang harus pertama kali dilakukan untuk mempermudah proses pengolahan citra pada tahap selanjutnya.

Kalibrasi radiometrik merupakan perhitungan ulang nilai DN (*Digital Number*) pada gambar atau citra berdasarkan beberapa faktor, seperti waktu perekaman citra, nilai yang diketahui dari bayangan sensor kamera pada bidang datar perekaman, daerah gelap pada citra dan faktor lainnya yang berhubungan dengan karakteristik sistem pencitraan. Sebelum melakukan kalibrasi radiometrik, terlebih dahulu harus diketahui resolusi radiometrik dari suatu citra. Hal ini berguna untuk mengetahui rentang nilai DN dari suatu citra. Dalam metadata dari suatu produk citra akan tertulis besaran resolusi radiometrik. Untuk citra Landsat 8 yang digunakan dalam penelitian ini memiliki resolusi radiometrik 16 bits yang setara dengan 2^{16} (2 pangkat 16), yang berarti rentang nilai DN (*Digital Number*) pada citra Landsat 8 ini berada pada rentang 0 sampai 2^{16} (2 pangkat 16) atau sama dengan 65536.

Tujuan dari kalibrasi radiometrik adalah untuk mengubah nilai DN kedalam nilai satuan output yang lain, supaya nilai tersebut dapat diproses pada pengolahan citra selanjutnya. Adapun proses konversi nilai DN yaitu:

i). DN menjadi *Top of Atmosphere (ToA) Radiance*.

$$L\lambda = ML * Q_{cal} + AL \quad (2.1)$$

Dimana:

$L\lambda$: Spektral radian

ML : *Radiance multiplicative scaling factor* (RADIANCE_MULT_BAND_x yang didapat dari metadata)

AL : *Radiance additive scaling factor for the band* (RADIANCE_ADD_BAND_x yang didapat dari metadata).

Qcal : Nilai DN

ii). DN menjadi *Top of Atmosphere (ToA) Reflectance*.

$$\rho\lambda' = M_p * Q_{cal} + A_p \quad (2.2)$$

Dimana:

$\rho\lambda'$: Spektral reflektan tanpa koreksi sudut matahari.

M_p : *Reflectance multiplicative scaling factor for the band* (REFLECTANCEW_MULT_BAND_x yang didapat dari metadata)

A_p : *Reflectance additive scaling factor for the band* (REFLECTANCE_ADD_BAND_x yang didapat dari metadata).

Qcal : Nilai DN

2.3

Algoritma Lyzenga

Untuk studi terumbu karang, teknik penginderaan jauh yang cukup banyak dilakukan adalah dengan menerapkan algoritma yang dapat menonjolkan kenampakan dasar perairan (*bottom reflectance algorithm*) pada citra satelit. Algoritma yang cukup sering digunakan adalah algoritma yang dikembangkan oleh Lyzenga (1981) yang menghasilkan kanal atau band baru yang berbeda dengan citra aslinya dimana pada kanal baru tersebut pengaruh kolom air dianggap sudah minimal sehingga pembedaan obyek bawah air (bentik) dapat lebih jelas.

Algoritma Lyzenga biasanya diterapkan untuk citra satu waktu dalam kerangka studi pemetaan terumbu karang di suatu perairan. Informasi satu waktu ini mungkin dapat menggambarkan kondisi suatu ekosistem terumbu karang pada saat citra direkam, tetapi tidak dapat menggambarkan perubahan kondisi atau laju degradasi yang mungkin terjadi pada ekosistem tersebut.

Sama seperti pada aplikasi penginderaan jauh umumnya langkah awal dalam melakukan metode Lyzenga ini selain koreksi geometri adalah koreksi atmosfer. Koreksi atmosfer ini dapat dilakukan setidaknya dengan 3 cara (Edwards et al., 1999), yaitu:

1. Metode pengurangan obyek gelap (*dark object subtraction method*) (Lyzenga, 1978, 1981; Armstrong, 1993).
2. Model atmosfer (*atmospheric modelling*). Menggunakan cara ini parameter-parameter atmosfer seperti kandungan aerosol, visibilitas dan ketebalan atmosfer, uap air, tekanan udara, kandungan uap air dan lain-lain didapatkan melalui pengukuran lapangan atau data sekunder dan kemudian dibangun persamaan transfer radiatif untuk mengkoreksi pengaruhnya terhadap pantulan obyek. Model atmosfer yang tersedia antara lain adalah 5S (*Simulation of the Sensor Signal in the Solar Spectrum*) (Edwards et al., 1999).
3. Pendekatan multisensor. Ada beberapa sensor satelit yang mempunyai julat panjang gelombang yang sensitif terhadap beberapa parameter atmosfer, antara lain yaitu satelit Seawifs. Melalui citra satelit ini variabel-variabel atmosfer tersebut dapat dicari besarnya dan kemudian dikurangkan dengan citra yang akan dikoreksi (Palandro, 2000).

Menurut Lyzenga (1978) pantulan dasar perairan tidak dapat diamati secara langsung pada citra satelit karena dipengaruhi oleh serapan dan hamburan pada lapisan permukaan air. Pengaruh ini dapat dihitung, jika pada setiap titik di suatu wilayah diketahui kedalaman dan karakteristik optis airnya. Prinsip ini sebagai dasar untuk mengembangkan teknik penggabungan informasi dari beberapa saluran spektral untuk menghasilkan indeks pemisah kedalaman (depth-invariant index) dari material penutup dasar perairan. Parameter masukan dalam algoritma ini adalah perbandingan antara koefisien pelemahan air (water attenuation coefficient) pada beberapa saluran spektral. Algoritma ini menyadap informasi material penutup dasar perairan berdasarkan kenyataan bahwa sinyal pantulan dasar mendekati fungsi linier dari pantulan dasar perairan dan merupakan fungsi eksponensial dari kedalaman.

Rumus yang dijadikan acuan adalah *Exponential Attenuation Model* (Lyzenga, 1978), yaitu:

$$L_{i(H)} = L_i + (A_i + L_i)^{-2K_i H} \quad (2.3)$$

Didalam rumus dijelaskan bagaimana untuk mendapatkan nilai pantulan pada *band* i dengan kedalaman H ($L_{i(H)}$) adalah pantulan dari laut dalam pada *band* i , A_i adalah albedo dasar pada *band* i , H merupakan kedalaman perairan (m), dan K_i adalah koefisien attenuasi air pada *band* i (m^{-1}).

Dalam persamaan tersebut terdapat beberapa parameter yang belum diketahui nilainya yaitu reflektansi dasar perairan, koefisien atenuasi, dan kedalaman perairan untuk setiap piksel data. Oleh karena itu persamaan tersebut selanjutnya dikembangkan dengan menggunakan dua kanal sinar tampak yaitu

kanal biru dan hijau. Dari hasil pengembangan diperoleh persamaan berikut:

$$Y = (in\ band\ 1) + \left(\frac{K_i}{K_j} \times In\ band\ 2\right) \quad (2.4)$$

Di dalam persamaan tersebut, untuk mendapatkan nilai ekstraksi informasi dasar perairan (Y) dibutuhkan band 1 (nilai reflektansi kanal biru) dan band 2 (nilai reflektansi kanal hijau), serta nilai k_i/k_j yang merupakan rasio koefisien kanal biru dan hijau.

Menurut Siregar (2010) dalam Damayanti (2012) koefisien attenuasi berguna untuk penajaman terumbu karang (k_i/k_j) yang didasarkan pada penghitungan ragam dan peragam yaitu:

$$\frac{K_i}{K_j} = a + \sqrt{a^2 + 1} \quad (2.5)$$

dengan rumus untuk nilai a yakni:

$$a = \frac{(varian\ band\ 1 - varian\ band\ 2)}{(2 \times covarian\ band\ 1\ dan\ band\ 2)} \quad (2.6)$$

Dengan menggunakan ekstraksi informasi pada persamaan tersebut, setiap piksel akan terkonversi menjadi indeks tipe dasar perairan yang terbebas dari pengaruh kedalaman. Nilai indeks piksel dari citra yang telah ditransformasikan dari penurunan algorithm Lyzenga dapat menunjukkan identifikasi kelas-kelas obyek perairan dangkal.

Kunci obyek perairan dangkal berdasarkan Kerjasama COREMAP Puslitbang Oseanologi LIPI dengan Pusbangja LAPAN (2001) dalam Suwargana (2014). Obyek interpretasinya adalah : Warna ungu muda sampai biru adalah laut, warna cyan ke hijau

muda kekeruhan jika menyebar dan batasnya tegas dan warna hijau kekuning-kuningan dengan batas tidak tegas adalah karang, warna hijau dengan warna kekuning-kuningan adalah karang dan pasir, warna merah tegas adalah pasir. Warna hijau kebiru-biruan tidak tegas samar bercak-bercak adalah lamun.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Siregar (2010) dimana dilakukan pemetaan substrat dasar perairan dangkal karang congkak dan lebar di Kepulauan Seribu menggunakan citra satelit Quickbird, didapatkan nilai indeks untuk klasifikasi habitat dasar perairan. Dari hasil transformasi tersebut diperoleh nilai histogram antara 7,566145 – 8,479393, kemudian berdasarkan data lapang diperoleh 6 kelas sebagai berikut:

- a. Laut dangkal : $\leq 7,57743$
- b. Karang hidup : $7,57743 - \leq 7,63989$
- c. Campuran :
Pasir campur dengan karang : $7,63989 - \leq 7,71837$
Pasir bercampur lamun : $7,71837 - \leq 7,80784$
- d. Lamun : $7,80784 - \leq 7,88379$
- e. Pasir : $7,88379 - \leq 8,19775$
- f. Karang mati : $> 8,19775$

2.4

Terumbu Karang

2.4.1 Pengertian

Terumbu karang (*coral reef*) merupakan organisme yang hidup di dasar perairan laut dangkal terutama di daerah tropis dan memiliki produktivitas tinggi (Pasaribu, 2008).

Terumbu adalah endapan masif dari kalsium karboat yang dihasilkan oleh hewan karang (filum Cnidaria, kelas Anthozoa, ordo Scleractinia), alga berkapur, dan organisme-organisme lain yang mensekresi kalsium

karbonat. Terumbu karang merupakan asosiasi yang besar dan kompleks dari organisme-organisme yang memiliki sejumlah tipe habitat yang berbeda pada satu waktu yang bersamaan (Nybakken, 2001).

Menurut Nybakken (1992) dalam penelitian yang ditulis oleh Pasaribu (2008), ekosistem terumbu karang dibagi ke dalam tiga tipe berdasarkan geomorfologinya, yaitu:

- a. Terumbu karang tepi (*fringing reef*) Terumbu karang yang terdapat di sepanjang pantai dengan kedalaman tidak lebih dari 40 meter. Terumbu ini tumbuh ke permukaan ke arah laut terbuka.
- b. Terumbu karang penghalang (*barrier reef*) Berada jauh dari pantai yang dipisahkan oleh gobah dengan kedalaman 40-70 meter. Umumnya terumbu karang ini memanjang menyusuri pantai.
- c. Atol Merupakan karang berbentuk melingkar seperti cincin yang muncul dari laut, melingkari gobah yang memiliki terumbu gobah atau terumbu petak.

2.4.2 Karakteristik

Terumbu karang telah ada di Bumi selama ratusan tahun. Pada umumnya terumbu karang hidup pada kedalaman 25 meter atau kurang. Terumbu karang sangat sensitif terhadap gangguan pada lingkungannya. Apabila terumbu karang mengalami kematian (rusak) maka akan membutuhkan waktu yang sangat lama untuk dapat pulih kembali. Menurut Nybakken (1988)

dalam Rauf dan Yusuf (2004), beberapa jenis terumbu karang membutuhkan waktu satu tahun untuk mencapai panjang 1 cm.

Meskipun terumbu karang ditemukan di seluruh wilayah perairan dunia, namun hanya di wilayah perairan tropis terumbu karang dapat mencapai tingkat keragaman dan pertumbuhan paling tinggi (Nybakken, 2001). Persebaran spesies dan genus terumbu karang paling besar terdapat di perairan Indo-Pacific termasuk di dalamnya Indonesia.

Dalam Arief (2008) disebutkan bahwa lebih dari 80% terumbu karang mengalami ancaman akibat aktivitas manusia seperti menangkap ikan secara berlebihan dan dengan cara merusak serta pembangunan di wilayah pesisir.

Apabila terumbu karang mengalami kematian (rusak) maka akan membutuhkan waktu yang sangat lama untuk dapat pulih kembali. Menurut Nybakken (1988) dalam Rauf dan Yusuf (2004), beberapa jenis terumbu karang membutuhkan waktu satu tahun untuk mencapai panjang 1 cm.

Kerusakan yang terjadi pada terumbu karang pada umumnya disebabkan oleh kondisi lingkungan perairan yang tidak mendukung atau mengalami perubahan secara ekstrim. Hal tersebut disebabkan oleh aktivitas manusia seperti pembangunan industri di wilayah pesisir, pengerukan pantai, penangkapan ikan dengan racun dan bahan peledak, serta pencemaran tumpahan minyak. Faktor biologis seperti adanya pemangsaan oleh biota yang berasosiasi dengan terumbu karang, misalnya oleh hewan laut mahkota berduri. Kerusakan secara alami dapat

terjadi akibat badai, gempa bumi, tsunami, atau karena kenaikan suhu pada saat kejadian El-Nino (Indrawadi, 2003 dalam Pasaribu, 2008).

Dalam menentukan status kondisi terumbu karang yang didasarkan pada penggunaan metode Transek Garis bentuk pertumbuhan karang, telah dibuat Kriteria Baku Kerusakan Terumbu Karang dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No . 4 Tahun 2001 tentang : Kriteria Baku Kerusakan Terumbu Karang.

2.4.3 Fungsi dan Manfaat

Dalam Nybakken (2001) dijelaskan bahwa terumbu karang mampu menyerap separuh dari seluruh jumlah kalsium yang masuk ke dalam perairan dunia dan mengikatnya hingga membentuk kalsium karbonat (CaCO_3). Untuk membentuk ikatan ini, terumbu karang membutuhkan molekul karbon dioksida (CO_2). Terumbu karang membantu menyumbang penyerapan sekitar 700 milyar kilogram karbon tiap tahunnya. Hal ini menunjukkan bahwa terumbu karang memegang peran yang besar dalam kelangsungan lingkungan perairan di Bumi.

Terumbu karang merupakan rumah bagi lebih dari 76% jenis karang dan 50% jenis ikan karang dan otomatis menjadi penyedia makanan bagi jutaan binatang laut lainnya (Arief, 2008). Menurut Kunzmann dan Efendi (1994), ekosistem terumbu karang sangat bermanfaat untuk kelangsungan hidup manusia, antara lain sebagai penahan gelombang, biotop ikan, makanan ikan, serta pariwisata bahari. Kerusakan terumbu karang dapat mempengaruhi

kemampuan alamiah pesisir dalam mereduksi energi gelombang sehingga abrasi dan erosi akan semakin banyak terjadi.

2.4.4 Faktor Pembatas

Terdapat enam faktor fisik yang membatasi hidup dan pertumbuhan terumbu karang (Nyabkken, 2001) :

a. Suhu

Pertumbuhan optimal terumbu karang terjadi di wilayah perairan dengan suhu rata-rata tahunan sekitar 23 – 25 °C. Tidak ada terumbu karang yang tumbuh di perairan dimana suhu rata-rata minimum tahunannya di bawah 18°C.

b. Kedalaman

Terumbu karang tidak dapat hidup di perairan dengan kedalaman lebih dari 5070 meter. Kebanyakan terumbu karang hidup dan tumbuh pada kedalaman 25 meter atau kurang. Batas kedalaman ini berkaitan dengan kebutuhan cahaya pada terumbu karang.

c. Cahaya

Cahaya yang cukup diperlukan demi berlangsungnya fotosintesis oleh zooxanthellae yang hidup bersimbiosis di jaringan terumbu karang. Tanpa cahaya yang cukup, tingkat fotosintesis terumbu karang akan menurun sehingga mempengaruhi kemampuannya untuk membentuk CaCO_3 dan karang.

d. Salinitas

Terumbu karang tidak mampu hidup dan tumbuh selain dalam keadaan salinitas air laut normal yakni sekitar 32-35 psu. Bagian perairan yang dekat dengan daratan memiliki

kadar salinitas yang rendah akibat masuknya air sungai yang bermuara ke laut.

e. Sedimen

Sedimentasi pada air (turbiditas) dapat mengurangi jumlah cahaya yang dibutuhkan terumbu karang untuk berfotosintesis. Beberapa terumbu karang dapat menghilangkan sejumlah sedimen dengan menyerap atau menjebaknya ke dalam mucus lalu mengeluarkannya melalui cilia yang dimiliki terumbu karang. Namun ketika jumlah sedimen yang ada di sekitar terumbu karang melebihi kemampuan mucus nya, maka sedimen akan menyumbat struktur makan dan menutupnya. Banyaknya sedimen yang terbawa air sungai ditambah dengan rendahnya salinitas merupakan hal yang menyebabkan tidak tumbuhnya terumbu karang di daerah muara sungai.

f. Udara

Kebanyakan terumbu karang akan mati ketika terlalu lama terpapar udara. Pertumbuhan terumbu karang ke atas dibatasi pada batas tingkat surut terendah. Terumbu karang sangat rentan terhadap kerusakan akibat gelombang laut. Namun gelombang laut juga merupakan hal yang penting dalam menyediakan sumber air laut yang segar dan beroksigen karena mencegah berkumpulnya sedimen. Gelombang laut juga penting bagi ketersediaan plankton yang merupakan makanan bagi terumbu karang. Secara umum pertumbuhan terumbu karang akan baik pada wilayah dengan gelombang yang cukup.

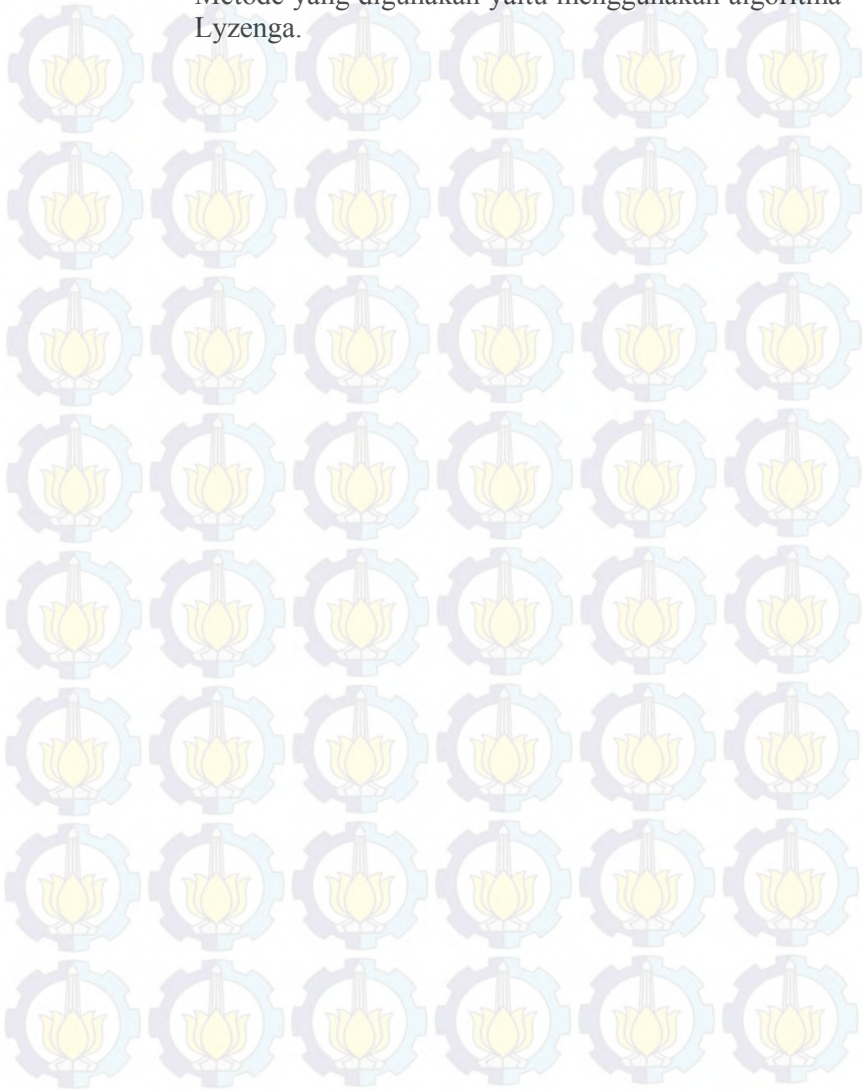
2.5 Penelitian Terdahulu

Sebelumnya telah dilakukan penelitian tentang pendeteksian terumbu karang dengan menggunakan metode Lyzenga oleh Muchlisin Arief tahun 2013 dengan judul “Pengembangan Metode Lyzenga untuk Deteksi Terumbu Karang di Kepulauan Seribu dengan Menggunakan Data Satelit AVNIR-2”. Metode deteksi terumbu karang Lyzenga menggunakan operator *Depth Invariant Indexs* (DII) dengan mengikut sertakan koreksi kolom air ki/kj Global (nilai ki/kj yang sama untuk seluruh citra) dan nilai ki/kj dapat menentukan homogenitas suatu region. Dengan asumsi bahwa suatu citra terdiri dari beberapa region homogen, maka pengembangan metode ini, menggunakan nilai Ki/kj regional artinya nilai tidak konstan untuk seluruh (diambil dari beberapa region yang dianggap homogen). Metode ini telah diaplikasikan menggunakan data satelit AVNIR-2 tanggal 3 Agustus 2009 untuk Kabupaten Kepulauan Seribu dan hasil dari pemerosessannya lebih baik (mengandung sedikit kesalahan) bila dibandingkan dengan metode Lyzenga.

Telah ada penelitian tentang terumbu karang dengan menggunakan citra satelit Landsat 8 yang menggunakan metode Lyzenga di wilayah Bali oleh Fabian Surya Pramudya pada tahun 2013 dengan judul “Pemetaan Habitat Dasar Perairan Dangkal Pulau Nusa Lembongan dan Nusa Ceningan Menggunakan Citra Satelit Landsat-8.

Adapula penelitian terdahulu tentang terumbu karang di pulau Menjangan pada tahun 2000 oleh Hotlan . M Sidabutar dengan judul “Pemetaan Terumbu Karang Dengan Citra Satelit Landsat-TM Daerah Pulau Menjangan, Bali Barat”. Dalam penelitian ini penulis menggunakan citra satelit Landsat-TM wilayah pulau Menjangan tahun 1996 yang didapat dari LAPAN.

Metode yang digunakan yaitu menggunakan algoritma Lyzenga.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Daerah penelitian berada pada pulau Menjangan yang terletak di sebelah barat pulau Bali yang termasuk dalam Taman Nasional Bali Barat (TNBB) dengan letak geografis $8^{\circ}05' - 8^{\circ}15' \text{ LS}$, $114^{\circ}25' - 114^{\circ}34' \text{ BT}$. Luas pulau tersebut mencapai 175ha, dengan batas 3 km dari bibir pantai terluar pulau tersebut. Dengan begitu cakupan area penelitian mencapai 5250ha di sekeliling pulau Menjangan.

Pulau Menjangan merupakan salah satu pulau wisata untuk kegiatan wisata air *snorkeling* dan *diving*. Hal ini dikarenakan gugusan karangnya yang sangat indah dan bersihnya lingkungan sekitar dari pencemaran.



Gambar 3.1 Letak Pulau Menjangan

Sumber : <http://pixgood.com/pulau-menjangan-map.html>

3.2 Data dan Peralatan

3.2.1 Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- a. Citra satelit Landsat tahun 2013, 2014, dan 2015
- b. Peta hidro-oseano pulau Menjangan

3.2.2 Peralatan

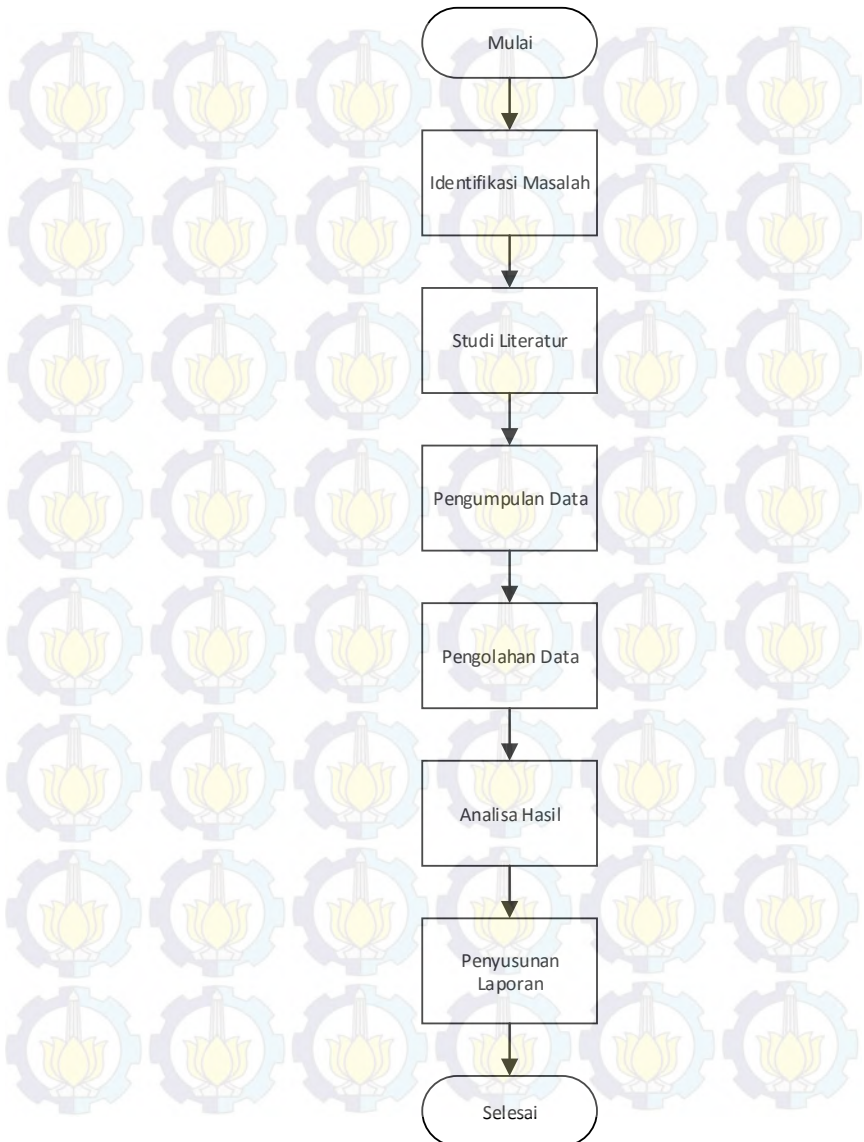
Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- a. Perangkat Keras (*Hardware*)
 - Laptop ASUS Intel Core i7
 - GPS Navigasi
- b. Perangkat Lunak (*Software*)
 - VISAT 5.0
 - ArcGIS 10.01

3.3 Metodologi Penelitian

3.3.1 Tahap Penelitian

Tahapan yang akan dilaksanakan adalah:



Gambar 3.2 Diagram Alir Tahap Penelitian

Keterangan diagram alir:

a. Identifikasi Masalah

Merupakan tahap awal untuk menentukan masalah yang akan diangkat dan diselesaikan dalam penelitian. Sehingga dapat disusun rumusan masalah dan tujuan pelaksanaan penelitian. Permasalahan yang akan diidentifikasi yaitu pemetaan dampak perkembangan wisata air terhadap terumbu karang pada kawassan pulau Menjangan.

b. Studi Literatur

Merupakan tahap mengumpulkan dan mempelajari referensi terkait masalah yang diangkat, diantaranya studi karakteristik terumbu karang, citra satelit Landsat, dan algoritma

c. Pengumpulan Data

Merupakan tahap mengumpulkan data-data terkait yang akan digunakan dalam penelitian dalam rangka mencapai tujuan yang diharapkan. Data yang dikumpulkan seperti halnya data lapangan dan data citra.

d. Pengolahan Data

Merupakan tahap dimana seluruh data-data yang telah ada akan diolah. Data yang digunakan yaitu citra satelit Landsat, data lapangan, dan data sekunder lainnya

e. Analisa Hasil

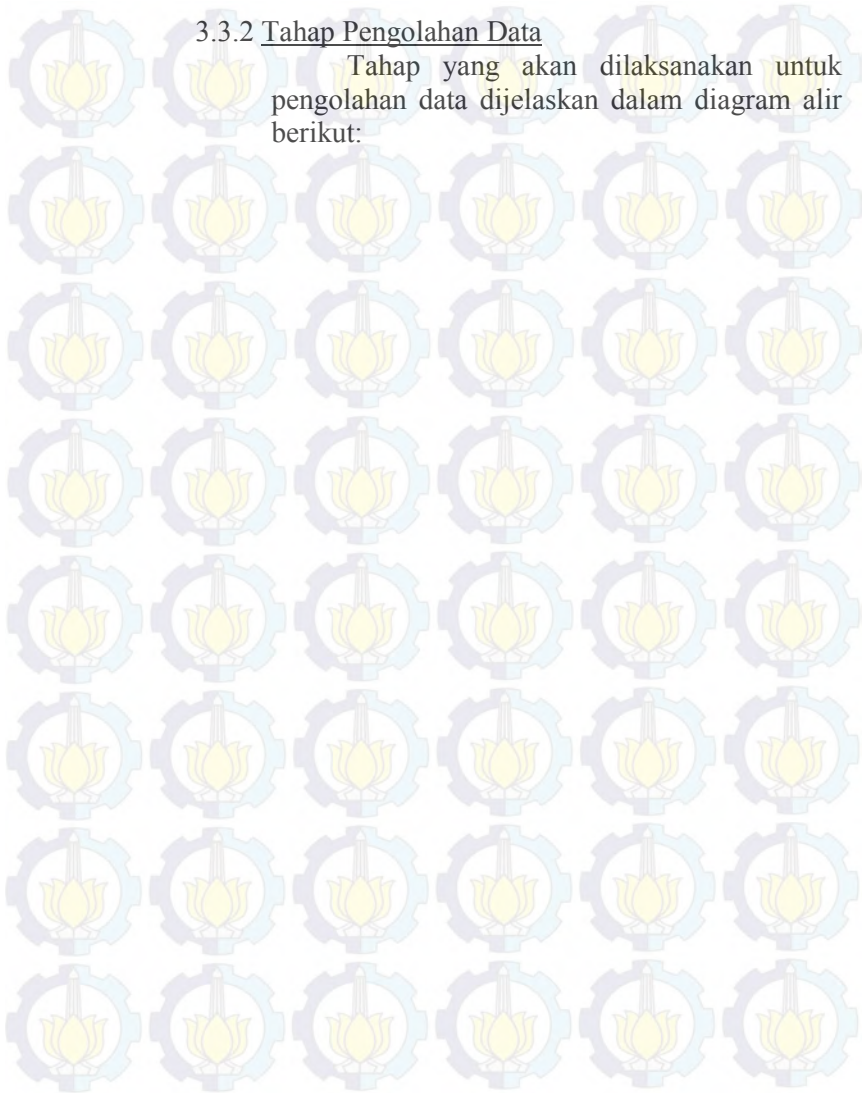
Pada tahap ini dilakukan analisa data dan uji ketelitian pada hasil pengolahan data yang digunakan dalam penelitian ini.

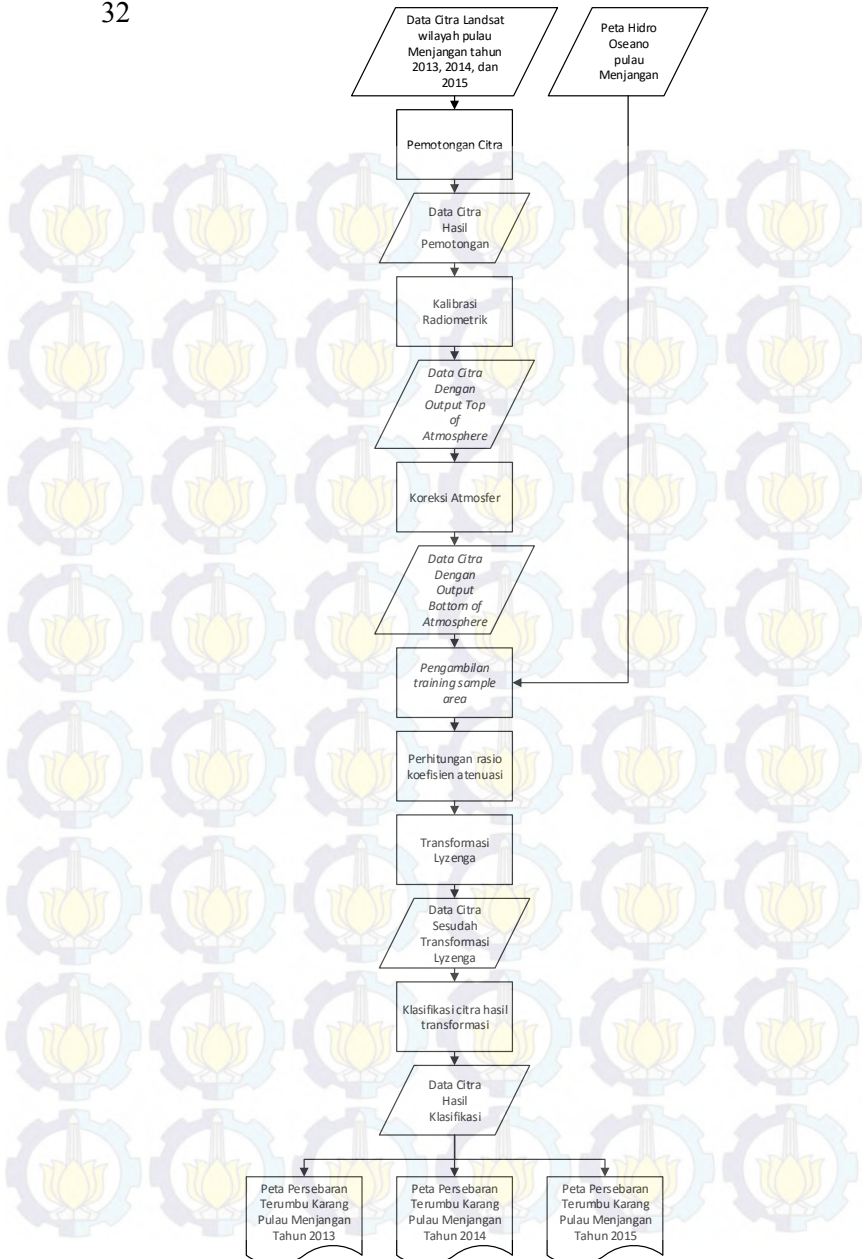
f. Penyusunan Laporan

Merupakan tahap akhir dari keseluruhan penelitian ini yaitu membuat laporan yang sesuai dengan kaidah yang ada.

3.3.2 Tahap Pengolahan Data

Tahap yang akan dilaksanakan untuk pengolahan data dijelaskan dalam diagram alir berikut:





Gambar 3.3 Diagram Alir Tahap Pengolahan Data

Keterangan diagram alir:

- a. Pemotongan Citra
Dilakukan untuk memfokuskan daerah penelitian.
- b. Kalibrasi Radiometrik
Dilakukan untuk menghilangkan efek atmosferik. Dilakukan pula konversi nilai *Digital Number*(DN) menjadi nilai reflektan. Nilai reflektan diperlukan dalam proses perhitungan algoritma di tahap selanjutnya.
- c. Koreksi Atmosfer
Koreksi atmosfer dilakukan untuk menghilangkan pengaruh aerosol yang berada pada daerah pulau Menjangan.
- d. Pengambilan *Training Sample Area*
Untuk transformasi citra dengan algoritma Lyzenga, diperlukan nilai konstanta A. Konstanta A didapatkan dari penentuan standar statistik (varian dan kovarian) setiap band pada beberapa titik sampel.
- e. Perhitungan Rasio Koefisien Atenuasi
Dilakukan dalam transformasi ke Lyzenga, nilai koefisien A pada tahap sebelumnya digunakan untuk menghitung rasio koefisien atenuasi.
- f. Transformasi Lyzenga
Perhitungan dengan algoritma Lyzenga memanfaatkan nilai reflektan dari saluran band biru dan hijau. Kedua band ini merupakan band yang paling sesuai untuk ekstraksi informasi dasar perairan. Setiap piksel kemudian akan terkonversi menjadi indeks tipe dasar perairan (Y) yang terbebas dari pengaruh kedalaman.
- g. Klasifikasi Citra
Nilai indeks yang telah ditransformasikan dari penurunan Lyzenga menunjukkan identifikasi kelas-kelas obyek dasar perairan. Setiap kelompok nilai piksel dapat diklasifikasikan secara tak terbimbing.
- h. Pembuatan Peta Sebaran Terumbu Karang Pada Tahun 2013, 2014, dan 2015

Peta citra yang telah terklasifikasi dan teruji kemudian diolah agar sesuai kaidah kartografis peta. Pembuatan peta ini dilakukan dengan menggunakan *software* pembuat peta.

- i. Perhitungan Luas Terumbu Karang Pada Tahun 2013, 2014, dan 2015

Berbagai terumbu karang di dasar perairan dihitung jumlah luasannya per kelas-kelas klasifikasi pada tahun 2013, 2014, dan 2015.

BAB IV

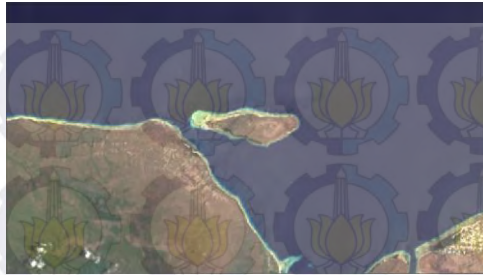
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Citra Landsat 8

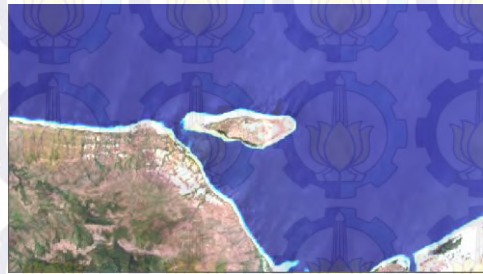
Citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah data citra Landsat 8 pada tanggal 13 September 2015, 28 Oktober 2014, dan 25 Oktober 2013. Memakai data dalam tiga tahun bertujuan untuk mengevaluasi luasan dari terumbu karang di pulau Menjangan tersebut. Landsat 8 memiliki 8 kanal, namun untuk mendapatkan hasil dari terumbu karang memakai 3 kanal yaitu kanal biru, hijau, dan merah. Citra Landsat yang dipakai ini merupakan produk *level 1T* yang dimana citra tersebut sudah terkoreksi secara geometrik.



Gambar 4.1 Tampilan Citra Landsat 8 Pulau Menjangan Tahun 2015



Gambar 4.2 Tampilan Citra Landsat 8 Pulau Menjangan Tahun 2014



Gambar 4.3 Tampilan Citra Landsat 8 Pulau Menjangan Tahun 2013

4.2 Kalibrasi Radiometrik dan Koreksi Atmosfer

Kalibrasi Radiometrik merupakan salah satu hal yang harus dilakukan dalam pemrosesan sebuah citra satelit. Koreksi atmosferik dilakukan karena nilai yang didapat dari citra satelit masih belum sepenuhnya mengenai obyek dikarenakan adanya pengaruh aerosol di lokasi penelitian.

4.2.1 Kalibrasi Radiometrik

Kalibrasi Radiometrik dilakukan untuk merubah nilai dari *Digital Number* (DN) ke suatu *output* tertentu. Dalam hal ini diperlukan nilai dari *Top of Atmosphere* (ToA) radian dikarenakan nilai yang dipakai untuk koreksi

atmosferik pada tahap selanjutnya adalah nilai radian.

Koversi nilai DN ke radian dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$L\lambda = ML * Q_{cal} + AL \quad (4.1)$$

Dimana:

$L\lambda$: Spektral radian

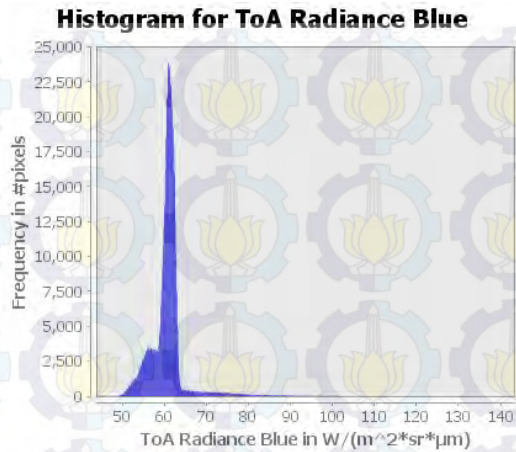
ML : *Radiance multiplicative scaling factor* (RADIANCE_MULT_BAND_x yang didapat dari metadata)

AL : *Radiance additive scaling factor for the band* (RADIANCE_ADD_BAND_x yang didapat dari metadata).

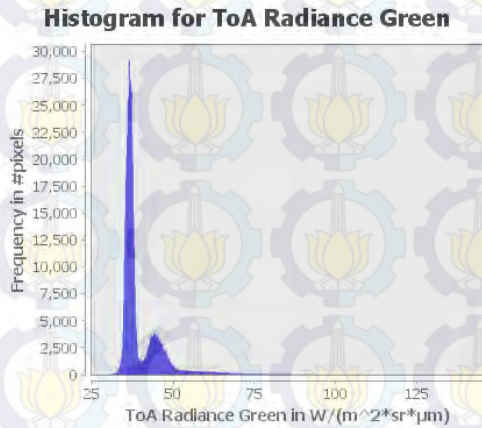
Q_{cal} : Nilai DN

Persamaan diatas dilakukan untuk ke 3 citra tersebut yaitu pada tahun 2013,2014 dan 2015.

Berikut merupakan nilai histogram yang ditampilkan dari kanal biru, hijau dan merah. pada tahun 2015:

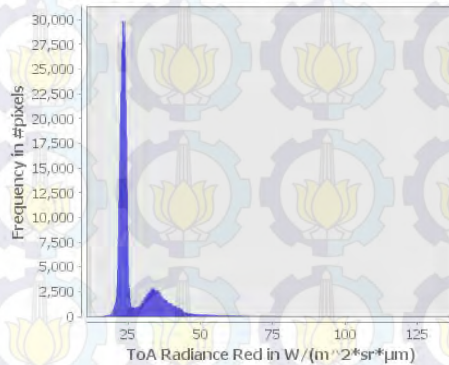


Gambar 4.4 Histogram Kanal Biru Tahun 2015



Gambar 4.5 Histogram Kanal Hijau Tahun 2015

Histogram for ToA Radiance Red



Gambar 4.6 Histogram kanal Merah Tahun 2015

Selanjutnya nilai radian TOA ini akan digunakan untuk mencari nilai *Reflectance Remote Sensing (RRS)* atau yang disebut dengan *Bottom of Atmosphere (BoA)* reflektan pada koreksi atmosfer.

4.2.2 Koreksi Atmosfer

Proses selanjutnya yaitu koreksi atmosfer untuk mencari nilai reflektan permukaan yang digunakan untuk pengolahan dalam algoritma Lyzenga pada proses selanjutnya. Untuk mencari nilai reflektan permukaan ini, sebelumnya nilai radian TOA yang telah didapatkan harus diolah terlebih dahulu dengan koreksi atmosfer. Untuk mendapatkan nilai reflektan permukaan, digunakan cara 6S (*Second Simulation of a Satellite Signal in the Solar Spectrum*) sebagai koreksi atmosfer. 6S adalah sebuah model yang dibuat untuk mensimulasikan refleksi radiasi matahari oleh sistem atmosfer permukaan. Model ini adalah salah satu model koreksi

atmosfer untuk proses menghilangkan pengaruh atmosfer pada nilai-nilai pemantulan gambar yang diambil oleh sensor satelit. Model ini memprediksi nilai objek reflektan (ρ) pada nilai TOA menggunakan informasi parameter reflektan permukaan dan kondisi atmosfer pada saat citra tersebut direkam.

a). Pengolahan 6s

Pengolahan 6s dilakukan dengan menggunakan 3 kanal yaitu kanal biru, hijau, dan merah. Nilai yang didapat masing-masing nantinya akan bergantung dari kanal tersebut. Gambar dibawah ini menunjukkan paramater yang diperlukan untuk pengolahan 6s.

```

7 (TM)
9 13 02.29 114.34487 -8.6781425 (Geometrical conditions)
1 (Tropical)
2 Maritime Model
8.6 visibility or aot
0 (target level)
-1000 (sensor level)
-2 constant filter function
0.450 0.515
0 Homogeneous surface
1 (directional effects)
6 Ocean
1.11 120 1 0.28
1 BRDF
0.1 reflectance (negative value)

```

Gambar 4.7 Paramater 6s

Hasil dari 6s adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1 Nilai Koefisien 6s Citra Landsat Tahun 2015

Kanal	Xa	Xb	Xc
Biru	0.00260	0.13844	0.20976
Hijau	0.00271	0.08776	0.16510
Merah	0.00296	0.06139	0.13737

Setelah didapat nilai koefisien tersebut maka untuk mendapat hasil ke BoA reflektan bisa menggunakan persamaan sebagai berikut:

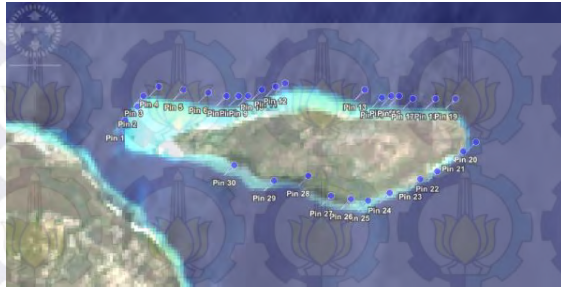
$$\rho\lambda = \frac{y}{1+(Xc.y)} \quad (4.2)$$

Dimana $\rho\lambda$ merupakan nilai reflektan yang dicari. Untuk nilai y sendiri bisa didapat dengan persamaan:

$$y = (Xa.L\lambda) - Xb \quad (4.3)$$

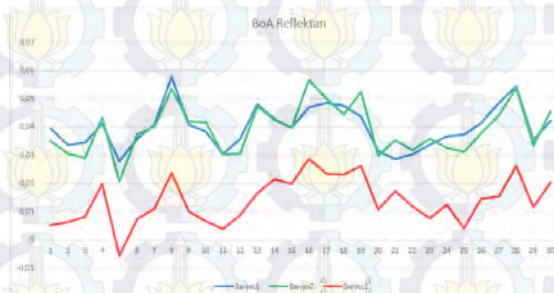
Dimana $L\lambda$ merupakan nilai radian ToA yang telah dicari dilangkah sebelumnya.

Hasil nilai $\rho\lambda$ adalah nilai RRS atau BoA reflektan. Selanjutnya untuk mengetahui nilai spektral dari setiap kanal maka dibuatlah titik sampel untuk menunjukkan grafik masing-masing dari BoA reflektan.



Gambar 4.8 Sebaran Titik BoA Reflektan

Kemudian dibuatlah grafik yang menunjukkan nilai spektral setiap kanalnya.



Gambar 4.9 Rentang Nilai Spektral BoA Reflektan

Telah diketahui bahwa rentang nilai spektral yang paling tinggi dalam BoA reflektan adalah dari kanal biru dan hijau dan nantinya akan digunakan sebagai kanal dalam transformasi Lyzenga.

Dalam transformasi Lyzenga nilai yang dibutuhkan berupa BoA radian, maka dari itu dilakukan perubahan dari BoA reflektan menjadi BoA radian dengan menggunakan persamaan:

$$L_{\lambda pixel.kanal} = \rho_{\lambda pixel.kanal} \cdot \frac{E_{sun\lambda kanal} \cdot \cos(\theta_s)}{d_{ES}^2 \cdot \pi} \quad (4.4)$$

Dimana $L_{\lambda pixel.kanal}$ adalah nilai BoA radian, $\rho_{\lambda pixel.kanal}$ adalah nilai BoA reflektan, $E_{sun\lambda kanal}$ adalah nilai rata-rata spektral *irradiance*, d_{ES}^2 adalah jarak bumi-matahari, θ_s adalah nilai *zenith* matahari.

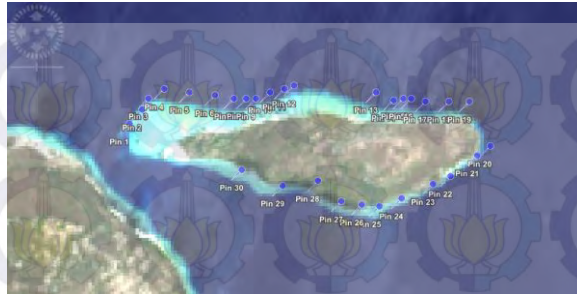
4.3 Algoritma Lyzenga

Transformasi Lyzenga digunakan untuk menghilangkan efek kolom air seperti yang telah dijelaskan pada bab 2, maka transformasi Lyzenga dilakukan dengan menggunakan persamaan:

$$Y = (\ln(Kanal1)) + \left[\left(\frac{k_i}{k_j} \right) (\ln(Kanal2)) \right] \quad (4.5)$$

Dimana Y adalah hasil algoritma Lyzenga, $(\ln(kanal1))$ adalah logaritma natural dari kanal 1 yaitu kanal biru karena memiliki nilai spektral yang paling tinggi, (k_i/k_j) merupakan nilai varian dan kovarian pada kanal biru dan hijau, $(\ln(kanal2))$ adalah algoritma natural dari kanal 2 yaitu kanal hijau karena memiliki nilai spektral tertinggi kedua setelah kanal biru.

Untuk mendapatkan nilai varian dan kovarian dari kanal biru dan hijau maka dilakukan pengambilan training sampel area yang menyebar sebanyak 30 titik. Pengambilan ini dilakukan dengan menggunakan warna substrat yang sama yang diduga obyek tersebut adalah terumbu karang.



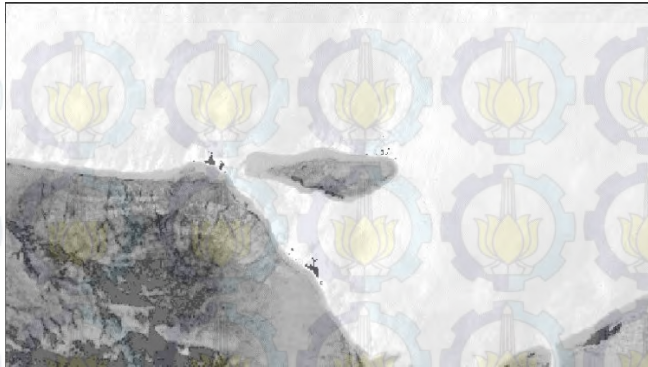
Gambar 4.10 Pengambilan *Training Sampel Area*

Setelah *training* sampel dibuat maka akan didapatkan hasil:

Tabel 4.2 Hasil *Training Sampel Area*

Varian Kanal 1	0.194404118
Varian kanal 2	0.231129952
Kovarian kanal 1 dan 2	0.180398483
a	-0.101790862
ki/kj	0.903376477

Untuk melihat hasil dari algoritma lyzenga maka dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.11 Pengolahan Citra Hasil Lyzenga

4.4 Klasifikasi Citra

4.4.1 Masking

Proses *masking* dilakukan untuk mengambil daerah penelitian yang akan dilakukan dengan cara membatasi wilayah penelitian dengan wilayah lainnya. Bisa juga digunakan untuk membatasi wilayah daratan dan lautan agar proses klasifikasi lebih mudah.

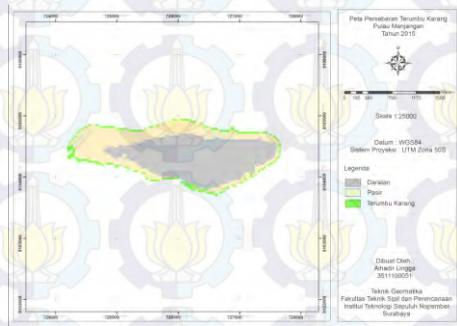
Proses *masking* ini dilakukan dengan menggunakan *software* ArcGIS. Dari citra yang sudah ditransformasi ke Lyzenga, maka citra tersebut dirubah formatnya menjadi *geotiff* agar dapat diproses dalam ArcGIS.



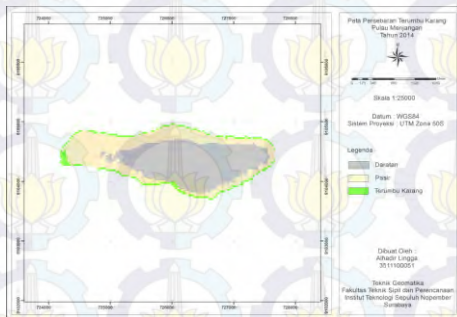
Gambar 4.12 Hasil Masking

4.4.2 Klasifikasi

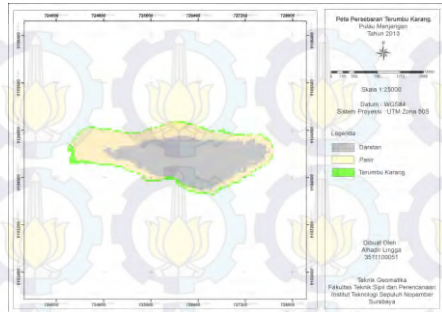
Klasifikasi yang dilakukan yaitu dengan menggunakan klasifikasi tak terbimbing atau yang disebut *unsupervised classification* dimana klasifikasi ini diserahkan sepenuhnya pada *software*.



Gambar 4.13 Hasil Klasifikasi Citra 2015



Gambar 4.14 Hasil Klasifikasi Citra 2014



Gambar 4.15 Hasil Klasifikasi Citra 2013

Dimana pada warna abu-abu merupakan daratan, warna krem merupakan pasir dan warna hijau merupakan terumbu karang.

4.4.3 Hasil dan Analisa

Tabel 4.3 Luasan Hasil Klasifikasi

Tahun	Terumbu Karang (ha)	Pasir (ha)	Daratan (ha)	Jumlah (ha)
2013	28,8	139,08	149,45	318,05
2014	27,84	135,08	150,69	313,61
2015	27	133,08	152,72	312,8

Berdasarkan dengan tabel diatas maka dapat dilihat bahwa:

1. Luasan terumbu karang dari tahun 2013-2015 berkurang sebanyak 1,8 ha.
2. Luasan pasir dari 2013-2015 berkurang sebanyak 6 ha. luasan daratan dari tahun 2013-2015 bertambah sebanyak 3,27 ha.
3. Pada keseluruhan pulau luasan dari tahun 2013-2015 berkurang sebanyak 5,25 ha.



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari pengolahan data dan analisa dapat disimpulkan bahwa:

- a. Dari pengolahan citra dengan menggunakan algoritma Lyzenga dan klasifikasi secara tak terbimbing didapat tiga kelas yaitu daratan, pasir, dan terumbu karang.
- b. Didapat adanya perubahan luasan terumbu karang sebanyak 1,8ha dari tahun 2013-2015.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil analisa:

- a. Untuk kedepannya pemetaan terumbu karang dengan menggunakan metode penginderaan jauh dapat dilakukan lebih baik jika menggunakan citra satelit yang beresolusi tinggi.
- b. Penelitian akan lebih akurat jika dikaitkan dengan adanya data lapangan yang diambil secara langsung dengan penyelaman dan pengukuran luasan terumbu karang.



Daftar Pustaka

- Arief, M. 2008. Analisis Penentuan Ekosistem Laut Pulau-Pulau Kecil dengan Menggunakan Data Satelit Resolusi Tinggi Studi Kasus : Pulau Bokor. *Majalah Sains Dan Teknologi Dirgantara*, 3, 149–157.
- Arief, M. 2013. Pengembangan Metode Lyzenga untuk Deteksi Terumbu Karang di Kepulauan Seribu dengan Menggunakan Data Satelit AVNIR-2. *Statistika*, Vol. 13, No. 2.
- Chang, Chein-i, dan Daniel C Heinz, 2000. “Constrained Subpixel Target Detection for Remotely Sensed Imagery.” *IEEE Transactions of Geosience and Remote Sensing* 38 (3): 1144–59.
- Damayanti, R. 2012. Pemetaan Terumbu Karang di Perairan Pulau Tabuhan Kab. Banyuwangi Menggunakan Citra Satelit Quickbird. Seminar Nasional Kedaulatan Pangan Dan Energi Fakultas Pertanian Universitas Trunojoyo Madura.
- Danoedoro, P. 2012. *Pengantar Penginderaan Jauh*. Yogyakarta: Andi.
- Davies, A. 2011, December 1. *The World's 10 Best Spots for Snorkeling -- and Beating the Crowds*. Diambil kembali dari New's Discovery: <http://news.discovery.com/adventure/outdoor-activities/the-worlds-10-best-spots-for-snorkeling-and-beating-the-crowds.htm>
- Dewi, I. A. 2011. *Coral Reef Condition Detected In Menjangan and Nusa Penida Island Using ALOS/AVNIR-2 Satellite Data*. *Journal of Environmental Science*, Vol. 6, No. 1.
- Edwards, A. J., P. J. Mumby., E.P. Green and C. D. Clark. 1999. *Application of Satellite and Airborne Image Data to*

Coastal Manaement. Seventh Computer-Based Learning Module (Bilko for Windows). UNESCO.

Jaya, I. N. S. 2002. Penginderaan Jauh Satelit untuk Kehutanan. Laboratorium Inventarisasi Hutan, Jurusan Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan IPB.

Jensen, J.R. 1996. Introductory Digital Image Processing – a Remote Sensing Perspective. Second Edition. London : Prentice Hall.

Khasanah, J. 2013. Koreksi Geometrik dan Radiometrik Citra Landsat-7 ETM+. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Kunzmann, A., & Efendi, Y. (1994). Kerusakan Terumbu Karang di Perairan Sepanjang Pantai Sumatera Barat. Jurnal Pen. Perikanan Laut, (91), 48–56.

Lillesand, M. dan Kiefer, R.W. 1990. Remote Sensing and Image Interpretation. New York : John Wiley & Sons, Inc.

Lyzenga, D. R. 1981. Remote sensing of bottom reflectance and water attenuation parameters in shallow water using aircraft and Landsat data. *International Journal of Remote Sensing*, 71-82.

Nybakken, J.W. 1992. Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis. PT. Gramedia. Jakarta.

Palandro, D. 2002. *Coral Reef Change Detection Using Landsat 5 and 7: A Case Study Using Carysfort Reef in the Florida Keys*. Unpublished Master's Thesis. College of Marine Science. University of South Florida.

Pasaribu, Riza Aitiando. 2008. “Studi Perubahan Luasan Terumbu Karang Menggunakan Data Penginderaan Jauh Di Perairan Bagian Barat Daya Pulau Moyo, Sumbawa”. Institut Pertanian Bogor.

Pramudya, S. R. 2013. Pemetaan Habitat Dasar Perairan Dangkal Pulau Nusa Lembongan dan Nusa Ceningan Menggunakan Citra Satelit Landsat-8. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

Sidabutar, H. 2000. Pemetaan Terumbu Karang dengan Citra Satelit Landsat-TM Daerah Pulau Menjangan, Bali Barat. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Rauf, A., & Yusuf, M. 2004. Studi Distribusi dan Kondisi Terumbu Karang dengan Menggunakan Teknologi Penginderaan Jauh di Kepulauan Spermonde, Sulawesi Selatan. Ilmu Kelautan, 9(2), 74–81.

Siregar, V. P. 2010. Pemetaan Substrat Dasar Perairan Dangkal Karang Congkak dan Lebar Kepulauan Seribu Menggunakan Citra Satelit Quickbird. E-Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis, 2(1), 19–30.

Sugandi, D. 2000. Dasar - Dasar Penginderaan Jauh. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.

Sutanto. 1994. Penginderaan Jauh Jilid I, cetakan 1. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Suwargana, Nana. 2013. “Resolusi Spasial, Temporal Dan Spektral Pada Citra Satelit LANDSAT, SPOT Dan IKONOS.” Lembaga Penerbangan Antariksa Nasional 1.



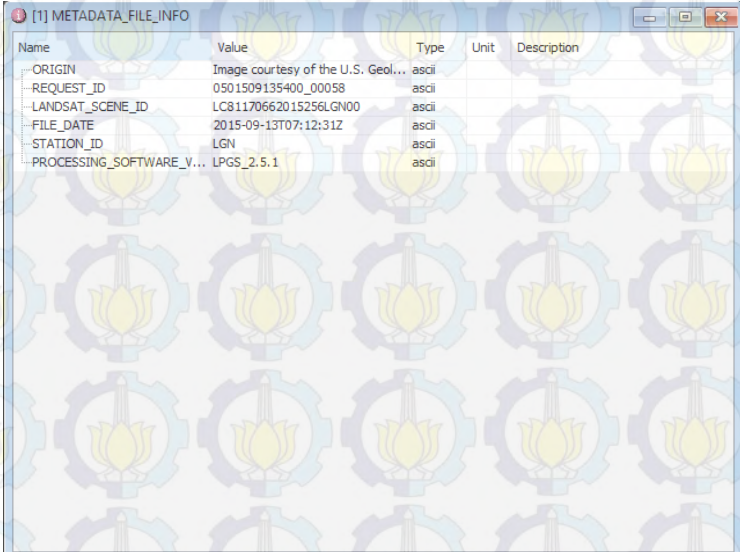
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Lampiran 1

Citra satelit Landsat 8 tanggal 13 September 2015



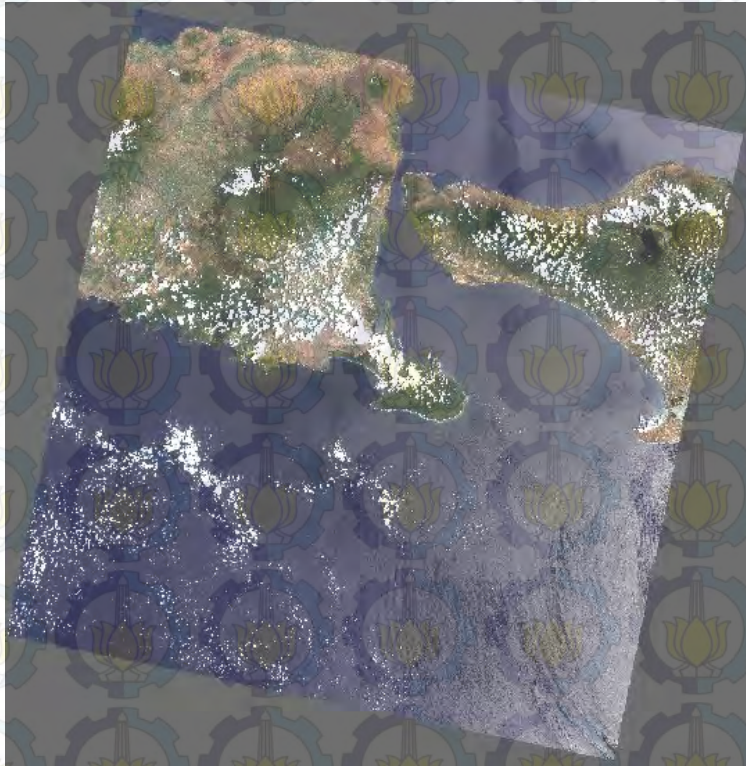
Metadata citra Landsat tanggal 13 September 2015



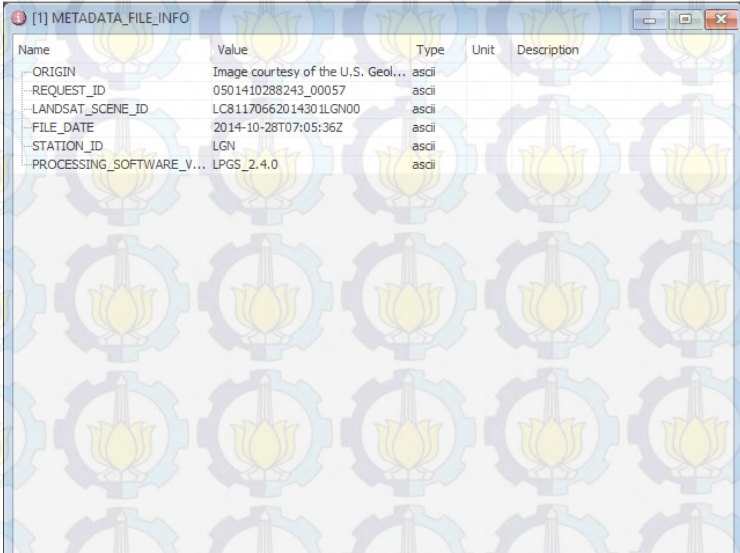
Name	Value	Type	Unit	Description
ORIGIN	Image courtesy of the U.S. Geol...	ascii		
REQUEST_ID	0501509135400_00058	ascii		
LANDSAT_SCENE_ID	LC81170662015256LGN00	ascii		
FILE_DATE	2015-09-13T07:12:31Z	ascii		
STATION_ID	LGN	ascii		
PROCESSING_SOFTWARE_V...	LPGS_2.5.1	ascii		

Lampiran 2

Citra satelit Landsat 8 tanggal 28 Oktober 2014



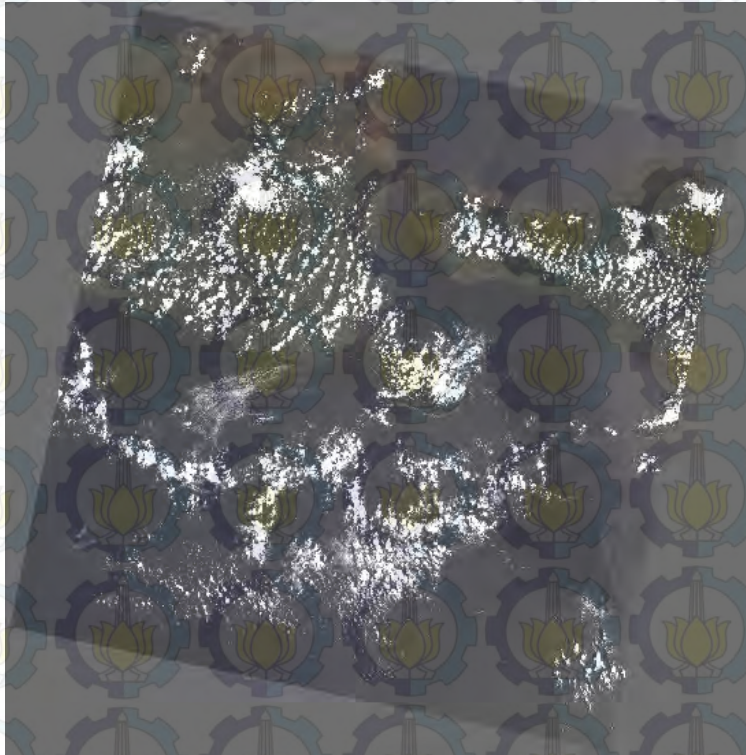
Metadata citra Landsat tanggal 28 Oktober 2014



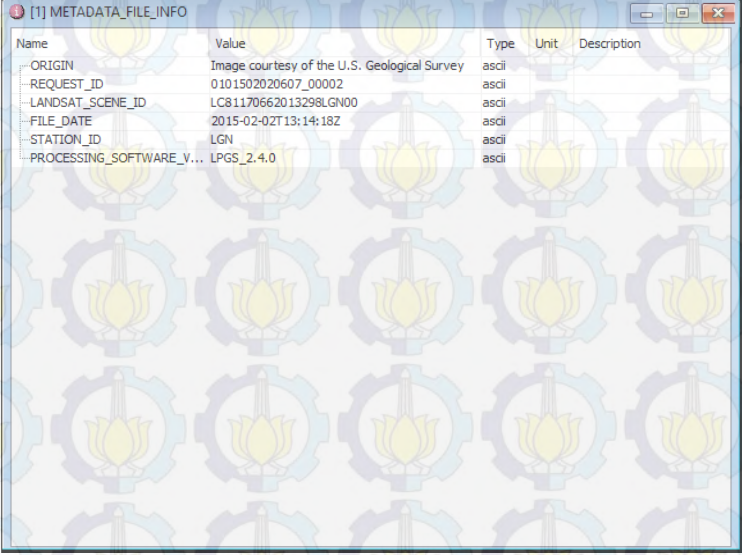
Name	Value	Type	Unit	Description
ORIGIN	Image courtesy of the U.S. Geol...	ascii		
REQUEST_ID	0501410288243_00057	ascii		
LANDSAT_SCENE_ID	LC81170662014301LGN00	ascii		
FILE_DATE	2014-10-28T07:05:36Z	ascii		
STATION_ID	LGN	ascii		
PROCESSING_SOFTWARE_V...	LPGS_2.4.0	ascii		

Lampiran 3

Citra satelit Landsat 8 tanggal 25 Oktober 2013



Metadata citra Landsat 8 tanggal 25 Oktober 2013



The screenshot shows a window titled "[1] METADATA_FILE_INFO" with a table containing the following data:

Name	Value	Type	Unit	Description
ORIGIN	Image courtesy of the U.S. Geological Survey	ascii		
REQUEST_ID	0101502020607_00002	ascii		
LANDSAT_SCENE_ID	LC81170662013298LGN00	ascii		
FILE_DATE	2015-02-02T13:14:18Z	ascii		
STATION_ID	LGN	ascii		
PROCESSING_SOFTWARE_V...	LPGS_2.4.0	ascii		

BIOGRAFI



Alhadir Lingga lahir di Blitar pada 14 September 1993. Merupakan anak ke-3 dari 4 saudara. Menempuh pendidikan dasar di SD Alhikmah Surabaya, pendidikan menengah pertama di SMP Alhikmah Surabaya, pendidikan menengah atas di SMAN 6 Surabaya. Kemudian menempuh pendidikan ke perguruan tinggi negeri di Institut Teknologi Sepuluh Nopember dan mengambil jurusan Teknik Geomatika. Selama pendidikan S1 penulis aktif dalam kegiatan non akademik. Dalam penyelesaian syarat Tugas Akhir, penulis memilih bidang keahlian *Remote Sensing* dengan judul Tugas Akhir “*Evaluasi Perubahan Luasan Terumbu Karang Pada Kawasan Pulau Menjangan (Studi Kasus: Pulau Menjangan, Bali)*”.